

(51) Int.Cl.⁷
B 2 3 C 5/10

識別記号

F I
B 2 3 C 5/10

テーマコード* (参考)
B 3 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

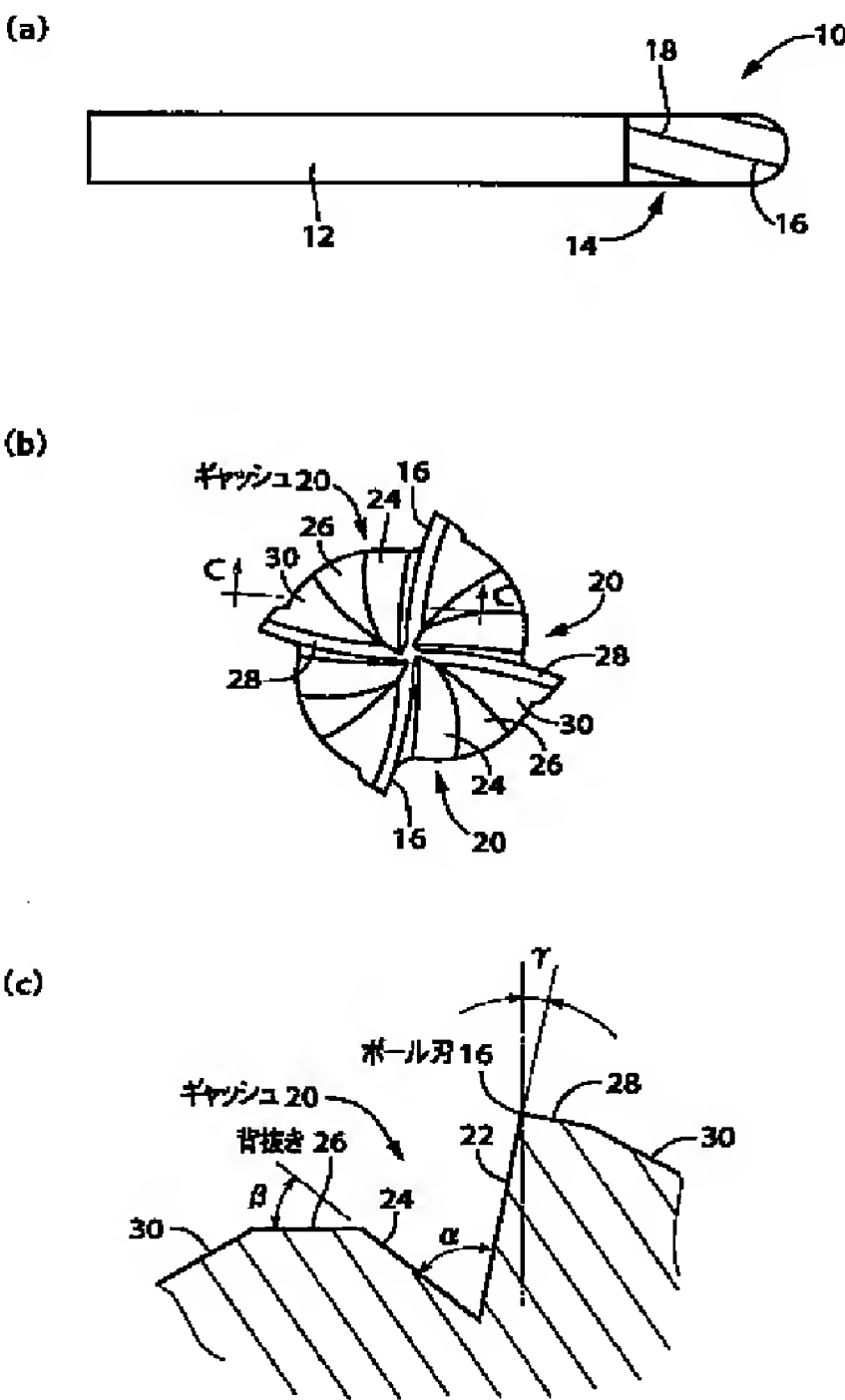
(21) 出願番号	特願2002－25089(P2002－25089)	(71) 出願人	000103367 オーエスジー株式会社 愛知県豊川市本野ケ原三丁目22番地
(22) 出願日	平成14年 2 月 1 日 (2002. 2. 1)	(72) 発明者	斉藤 益生 愛知県宝飯郡一宮町一宮字上新切450 オ ーエスジー株式会社内
		(72) 発明者	山口 育雄 愛知県宝飯郡一宮町一宮字上新切450 オ ーエスジー株式会社内
		(74) 代理人	100085361 弁理士 池田 治幸
		Fターム(参考)	3C022 KK02 KK26

(54) 【発明の名称】 多刃ボールエンドミル

(57) 【要約】

【課題】 焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高能率加工を行う場合でも、実用上満足できる工具寿命が得られるようにする。

【解決手段】 ギャッシュ20に沿って設けられた各ボール刃16は何れも軸心付近まで達して、軸心側端部が互いに略接している一方、ギャッシュ20は断面がV字形状を成しているとともに、そのV字形状の開き角 α は60°～90°の範囲内で、すくい角 γ は－5°～－20°の範囲内とされている。また、ギャッシュ20のボール刃16と反対側の開口縁部には、面取り状の背抜き26が設けられており、これにより、切り屑を排出するためのチップルームが大きくなって軸心付近の切り屑排出性能が向上し、総てのボール刃16が軸心付近まで設けられているとともにすくい角 γ が負であることと相まって、微小チッピングや欠損の発生が抑制される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸方向先端の半球状部に、それぞれギャッシュに沿って3枚以上のボール刃が設けられている多刃ボールエンドミルにおいて、前記ギャッシュの前記ボール刃と反対側の開口縁部には、面取り状の背抜きが設けられていることを特徴とする多刃ボールエンドミル。

【請求項2】 総てのボール刃は軸心付近まで達して軸心側端部が互いに略接しており、該ボール刃の軸心側部分のすくい角 γ は $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内で、

前記ギャッシュの断面はV字形状を成していることを特徴とする請求項1に記載の多刃ボールエンドミル。

【請求項3】 前記多刃ボールエンドミルは3枚刃で、前記ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α は $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内で、

前記背抜きは、前記ギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で外側へ開くように設けられていることを特徴とする請求項2に記載の多刃ボールエンドミル。

【請求項4】 前記多刃ボールエンドミルは4枚刃で、前記ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内で、

前記背抜きは、前記ギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で外側へ開くように設けられていることを特徴とする請求項2に記載の多刃ボールエンドミル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は多刃ボールエンドミルに係り、特に、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対しても実用上満足できる工具寿命が得られる多刃ボールエンドミルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】軸方向先端の半球状部に、それぞれギャッシュに沿って3枚以上のボール刃が設けられている多刃ボールエンドミルが、金型など各種の切削加工に用いられている。特開平10-128611号公報に記載のボールエンドミルはその一例で、長寿命化を図るために、総てのボール刃が軸心付近まで達して軸心側端部が互いに略接するように設けられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような多刃ボールエンドミルにおいても、特に軸心付近の切り屑排出性能が悪く、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高速送りなどの高能率加工を行った時に、ボール刃の軸心側部分に微小チッピングや欠損が生じるなどして必ずしも十分な寿命向上効果が得られない場合があった。

【0004】本発明は以上の事情を背景として為された

もので、その目的とするところは、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高能率加工を行う場合でも、実用上満足できる工具寿命が得られるようにすることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、第1発明は、軸方向先端の半球状部に、それぞれギャッシュに沿って3枚以上のボール刃が設けられている多刃ボールエンドミルにおいて、前記ギャッシュの前記ボール刃と反対側の開口縁部には、面取り状の背抜きが設けられていることを特徴とする。

【0006】第2発明は、第1発明の多刃ボールエンドミルにおいて、(a) 総てのボール刃は軸心付近まで達して軸心側端部が互いに略接しており、(b) そのボール刃の軸心側部分のすくい角 γ は $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内で、(c) 前記ギャッシュの断面はV字形状を成していることを特徴とする。なお、すくい角 γ は、ギャッシュに対して直角で且つ球中心を含む断面上でのすくい角である。

【0007】第3発明は、第2発明の多刃ボールエンドミルにおいて、(a) 前記多刃ボールエンドミルは3枚刃で、(b) 前記ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α は $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内で、(c) 前記背抜きは、前記ギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で外側へ開くように設けられていることを特徴とする。

【0008】第4発明は、第2発明の多刃ボールエンドミルにおいて、(a) 前記多刃ボールエンドミルは4枚刃で、(b) 前記ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内で、(c) 前記背抜きは、前記ギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で外側へ開くように設けられていることを特徴とする。

【0009】

【発明の効果】このような多刃ボールエンドミルにおいては、ギャッシュのボール刃と反対側の開口縁部に面取り状の背抜きが設けられているため、切り屑を排出するためのチップルームが大きくなって切り屑排出性能が向上し、切り屑詰まりに起因する微小チッピングや欠損の発生が抑制されて工具寿命が向上する。

【0010】第2発明は、総てのボール刃が軸心付近まで達して軸心側端部が互いに略接している場合で、ギャッシュの断面がV字形状を成していることから、軸心付近においても前記背抜きと相まって比較的大きなチップルームを確保することが可能で、微小チッピングや欠損の発生が抑制される。また、ボール刃の軸心側部分のすくい角 γ は $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内であるため、ボール刃の刃先強度が十分に確保されて欠損が一層効果的に抑制される。これにより、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高速送りなどの高能率加工を行った場合でも、実用上十分な工具寿命が得られるようになる。

【0011】第3発明は3枚刃の多刃ボールエンドミルに関するもので、ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α が $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内で、そのギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の傾斜角 β で背抜きが設けられているため、すくい角 γ を第2発明のような適当な値に設定しながら十分な大きさのチップルームを確保することができる。

【0012】第4発明は4枚刃の多刃ボールエンドミルに関するもので、ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α が $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内で、そのギャッシュの溝壁面に対して $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の傾斜角 β で背抜きが設けられているため、すくい角 γ を第2発明のような適当な値に設定しながら十分な大きさのチップルームを確保することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の多刃ボールエンドミル、特に第2発明～第4発明の多刃ボールエンドミルは、焼入れ鋼や合金工具鋼などの高硬度の難削材に対して高速送りなどの高能率加工を行う場合に好適に用いられるが、その他の切削加工にも用いることができる。

【0014】多刃ボールエンドミルの材質としては、超硬合金などの超硬質工具材料が好適に用いられるが、高速度工具鋼などの他の工具材料を用いることもできる。必要に応じてTiAlN、TiN、TiCN等の硬質被膜を刃部等の表面にコーティングすることが望ましい。

【0015】面取り状の背抜きは、例えばギャッシュに対して直角で且つ球中心を含む断面において直線状になるように設けられるが、凸形状や凹形状に湾曲するように設けることも可能である。また、背抜きを設ける深さ範囲は、ギャッシュの断面形状（開き角 α や深さなど）や傾斜角 β の大きさによっても異なるが、例えば背抜きより下の溝壁面高さがボール刃側（すくい面側）の溝壁面高さの $2/3$ 以下、更には $1/2$ 以下になるように設けることが望ましい。ギャッシュの深さ（溝壁面高さ）は必ずしも一定でなく、一般に軸心側端部では徐々に浅くなるため、背抜きについても必ずしもギャッシュの全域に一定の大きさで設ける必要はなく、例えば背抜きの最大部分で残りの溝壁面高さがボール刃側の溝壁面高さの $2/3$ 以下、更には $1/2$ 以下になるようにすれば良い。

【0016】背抜きの傾斜角 β は、小さいとチップルームの増大効果が十分に得られない一方、大きいと二番面（第1逃げ面）などと干渉する可能性があるため前記深さ範囲が小さくなり、結果的にチップルームの増大効果が得られなくなる。このため、例えば $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 程度の範囲内が適当である。この傾斜角 β は、ギャッシュの全域において一定の大きさとすることもできるが、徐々に変化させても良い。背抜きは、例えばギャッシュを加工するための砥石の角度を変えて、ギャッシュ加工時と同じ移動軌跡で研削加工を行うことによって形成で

き、その場合はギャッシュの溝壁面に対する傾斜角 β はギャッシュの全域で一定になる。

【0017】ギャッシュの断面のV字形状の開き角 α は、小さいと溝幅寸法が狭くなって切り屑の排出性能が低下する一方、大きいと深さが浅くなってチップルームの断面積が小さくなるため、ボール刃の数やすくい角 γ に応じて適宜設定されるが、 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 程度の範囲内が適当で、3枚刃の場合は $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内が望ましく、4枚刃の場合は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内が望ましい。

【0018】ボール刃の軸心側部分のすくい角 γ は、負側に小さいと、すなわち 0° 或いは+側の場合には、刃先角が小さくなって刃先強度が低下する一方、負側に大きいと切れ味が悪くなるため、 $0^{\circ} \sim -25^{\circ}$ 程度の範囲内が適当で、 $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内が特に望ましい。このすくい角 γ は、ボール刃の全域に亘って $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内としても良いが、中間点より外周側の部分では $0^{\circ} \sim -5^{\circ}$ 程度、或いは+とすることも可能である。

【0019】ボール刃は、軸心側端部から外周側へ向かうに従って、言い換えれば工具先端から離間するに従って、切削回転方向と反対方向へ振じれたスパイラル状に設けることが望ましく、その外周側端部には、例えば所定のねじれ角で振じれた外周切れ刃が滑らかに接続される。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例である4枚刃の多刃ボールエンドミル10を説明する図で、(a)は軸心と直角方向から見た正面図、(b)は先端すなわち刃部14側から見た拡大底面図、(c)は(b)におけるC-C断面の拡大図である。この多刃ボールエンドミル10は、円柱形状のシャンク12と、そのシャンク12の一端部に設けられた刃部14とを有するもので、刃部14には、軸心まわりに等角度間隔（ 90° 間隔）で4枚のボール刃16が設けられているとともに、そのボール刃16に連続して外周切れ刃18が設けられている。ボール刃16は、刃部14の先端の半球状部にそれぞれギャッシュ20に沿って設けられており、総てのボール刃16は軸心付近まで達していて、シンニングを施す前の心残し幅は 0.2mm 以下で、各ボール刃16の軸心側端部は互いに略接している。また、軸心側端部から外周側へ向かうに従って、言い換えれば工具先端から離間するに従って、切削回転方向（図1(b)の底面視において左まわり方向）と反対方向へ振じれたスパイラル状に設けられており、ねじれ角が約 30° の外周切れ刃18に滑らかに接続されている。なお、本実施例の多刃ボールエンドミル10は、超硬合金にて一体に構成されているとともに、刃部14の表面にはTiAlNから成る硬質被膜がコーティングされている。また、図1(c)は、ギャ

ッシュ20に対して直角で且つ球中心を含む断面図である。

【0021】上記ギャッシュ20は、ギャッシュ砥石による研削加工によって設けられたもので、図1(c)から明らかなように断面がV字形状を成しているとともに、そのV字形状の開き角 α は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内とされている。そして、ボール刃16側の一方の溝壁面22によってすくい面が構成されており、そのすくい角 γ は、ボール刃16の全域に亘って $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内とされている。外周切れ刃18のすくい角は、 $-4^{\circ} \sim -6^{\circ}$ 程度の範囲内である。

【0022】ギャッシュ20のボール刃16と反対側の開口縁部、すなわち他方の溝壁面24の開口側部分には、溝壁面24に対して傾斜角 β で外側へ開くように面取り状の背抜き26が設けられている。背抜き26は、ギャッシュ20を加工したギャッシュ砥石の角度を変えて、ギャッシュ加工時と同じ移動軌跡で研削加工を行うことによって形成したもので、図1(c)の断面形状において直線状になるとともに、溝壁面24に対する傾斜角 β はギャッシュ20の全域で略一定で、本実施例では $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲内の一定値とされている。ギャッシュ20の深さは一定でなく、中間部分から軸心側端部および外周側端部へ向かうに従って徐々に浅くなっており、背抜き26の大きさ、すなわち深さ範囲は、ギャッシュ20の長手方向で逐次変化しているが、背抜き26の深さ範囲が最も大きくなる部分では、その背抜き26よりも下の残りの溝壁面24の高さ（溝底から背抜き26との稜線までの長さ）が、ボール刃16側の溝壁面22の高さ（溝底からボール刃16までの長さ）の例えば2/3以下になるように設けられている。

【0023】また、ボール刃16には、ギャッシュ研削および背抜き研削の後に行われるボール研削により、所定の逃げ角で二番面（第1逃げ面）28および三番面（第2逃げ面）30が、3次元的に滑らかに形成されている。

【0024】このような本実施例の多刃ボールエンドミル10によれば、ギャッシュ20のボール刃16と反対側の開口縁部に面取り状の背抜き26が設けられているため、切り屑を排出するためのチップルームが大きくなって切り屑排出性能が向上し、切り屑詰まりに起因する微小チッピングや欠損の発生が抑制されて工具寿命が向上する。

【0025】特に、本実施例では、総てのボール刃16が軸心付近まで達して軸心側端部が互いに略接しているが、ギャッシュ20の断面がV字形状を成していることから、軸心付近においても前記背抜き26と相まって比較的大きなチップルームを確保することが可能で、微小チッピングや欠損の発生が抑制される。また、ボール刃16のすくい角 γ は、軸心側部分を含む全域で $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内とされているため、ボール刃16の刃

先強度が十分に確保されて欠損が一層効果的に抑制される。これにより、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高速送りなどの高能率加工を行った場合でも、実用上十分な工具寿命が得られるようになる。

【0026】また、本実施例の多刃ボールエンドミル10は4枚刃であるが、ギャッシュ20の断面のV字形状の開き角 α が $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内で、そのギャッシュ20の溝壁面24に対して $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で背抜きが設けられているため、すくい角 γ を上記のように $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内の適当な値に設定しながら、十分な大きさのチップルームを確保することができる。

【0027】なお、上記実施例は4枚刃の多刃ボールエンドミル10に本発明が適用された場合であるが、図2に示すように3枚刃の多刃ボールエンドミル40に本発明を適用することもできる。

【0028】図2の多刃ボールエンドミル40は、刃数が異なるだけで、その他の構成は実質的に前記多刃ボールエンドミル10と同じであり、ギャッシュ42に沿って設けられた各ボール刃44は軸心付近まで達して、シンニングを施す前の心残し幅は0.12mm以下であり、軸心側端部は互いに略接している。ギャッシュ42の断面のV字形状の開き角 α は $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内で、ボール刃44側の一方の溝壁面46によってすくい面が構成されており、そのすくい角 γ はボール刃44の全域に亘って $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内とされている。ギャッシュ42のボール刃44と反対側の開口縁部、すなわち他方の溝壁面48の開口部分には、溝壁面48に対して傾斜角 β で外側へ開くように面取り状の背抜き50が設けられている。背抜き50は、図2(b)の断面形状において直線状になるとともに、溝壁面48に対する傾斜角 β はギャッシュ42の全域で略一定で、本実施例では $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲内の一定値とされている。ギャッシュ42の深さは一定でなく、中間部分から軸心側端部および外周側端部へ向かうに従って徐々に浅くなっており、背抜き50の大きさ、すなわち深さ範囲は、ギャッシュ42の長手方向で逐次変化しているが、背抜き50の深さ範囲が最も大きくなる部分では、その背抜き50よりも下の残りの溝壁面48の高さ（溝底から背抜き50との稜線までの長さ）が、ボール刃44側の溝壁面46の高さ（溝底からボール刃44までの長さ）の例えば2/3以下になるように設けられている。なお、図2の(a)、(b)は、前記図1の(b)、(c)に相当する図で、実質的に同様の作用を有する部分には同一の符号を付して詳しい説明を省略する。

【0029】このような多刃ボールエンドミル40においても、前記実施例と同様の効果が得られ、焼入れ鋼などの高硬度の難削材に対して高速送りなどの高能率加工を行った場合でも、実用上十分な工具寿命が得られるようになる。また、この多刃ボールエンドミル40は3枚

刃であるが、ギャッシュ42の断面のV字形状の開き角 α が $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲内で、そのギャッシュ42の溝壁面48に対して $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲内の傾斜角 β で背抜きが設けられているため、すくい角 γ を $-5^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲内の適当な値に設定しながら、十分な大きさのチップルームを確保することができる。

【0030】因みに、総てのボール刃が軸心付近まで達しているとともに、すくい角 γ が -10° で、断面がV字形状のギャッシュの開き角 α が 90° 、背抜きの傾斜角 β が $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の3枚刃のボールエンドミルと、総てのボール刃が軸心付近まで達しているとともに、すくい角 γ が -10° で、断面がV字形状のギャッシュの開き角 α が 60° 、背抜きの傾斜角 β が $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の4枚刃のボールエンドミルと、市販の2枚刃、3枚刃、4枚刃のボールエンドミルとを用いて、図3に示すヘリカル穴加工を以下の試験条件に従って行い、工具寿命を調べたところ、図4に示す結果が得られた。ボールエンドミルは、何れも先端の半球状部の半径が5mm、軸部の直径寸法が10mmであり、すくい角 γ はボール刃の全域で略一定の大きさである。また、図4の「3枚刃」、「4枚刃」のうち背抜きの傾斜角 $\beta = 0^{\circ}$ のものは背抜きの無い比較品で、傾斜角 $\beta = 25^{\circ}$ 、 40° のものは本発明品で前記多刃ボールエンドミル40や10と同様に構成されている。「市販2枚」は、2枚のボール刃が軸心付近まで達している2枚刃ボールエンドミルで背抜きの無い従来品であり、「市販3枚」は、1枚のボール刃だけがセンタカット刃として軸心付近まで達している3枚刃ボールエンドミルで背抜きの無い従来品であり、「市販4枚」は、2枚のボール刃だけがセンタカット刃として軸心付近まで達している4枚刃ボールエンドミルで背抜きの無い従来品である。

(試験条件)

- ・被削材：SKD61 (50HRC)
- ・加工穴：内径15mm、深さ10mm
- ・工具回転速度：6400min⁻¹
- ・送り速度：1750mm/min
- ・Z軸送り：1mm/公転
- ・クーラント：エアブロー

【0031】図4から明らかなように、3枚刃、4枚刃共に背抜きの傾斜角 β が 25° の場合に最も優れた耐久性が得られることが分かる。3枚刃の場合は、傾斜角 β が 40° でも比較的優れた耐久性が得られるが、4枚刃の場合は、傾斜角 β が 40° になると耐久性が低下し、背抜き無しの場合と同程度になる。

【0032】以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、これ等はあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である多刃ボールエンドミルを示す図で、(a)は正面図、(b)は先端側から見た拡大底面図、(c)は(b)におけるC-C断面の拡大図である。

【図2】本発明の別の実施例を示す図で、(a)は先端側から見た底面図、(b)は(a)におけるB-B断面の拡大図である。

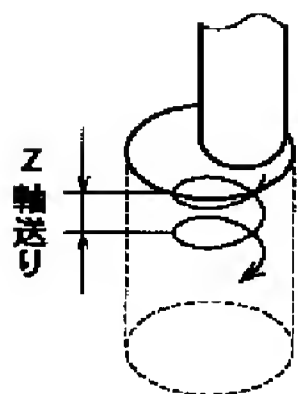
【図3】本発明の効果を明らかにするために行った耐久性試験の加工内容を説明する図である。

【図4】図3の耐久性試験の結果を示す図である。

【符号の説明】

10、40：多刃ボールエンドミル
16、44：ボール刃
20、42：ギャッシュ
26、50：背抜き

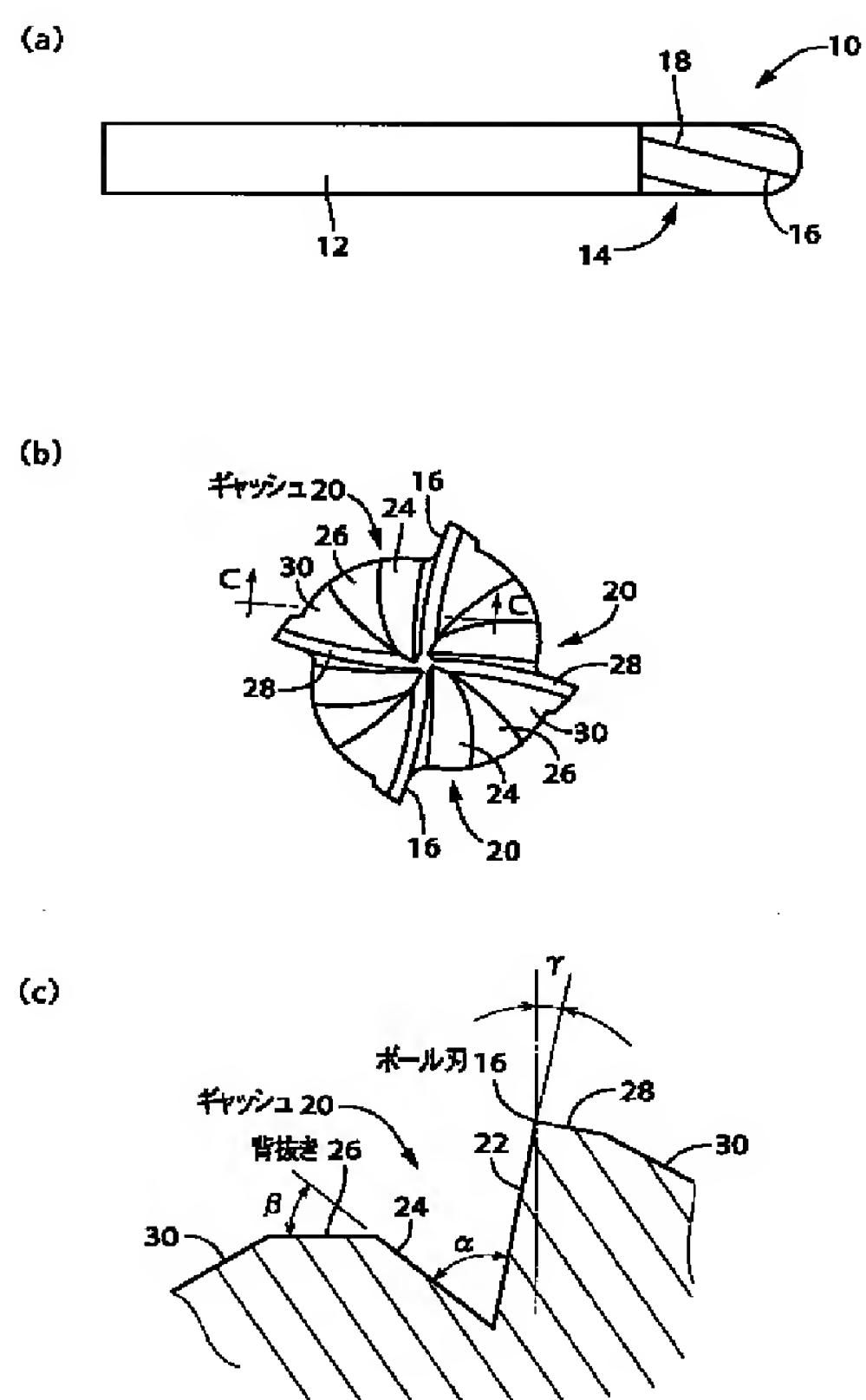
【図3】



【図4】

刃数	ボール刃 すくい角 γ	ギャッシュ 開き角 α	背抜き 傾斜角 β	加工数		寿命原因
				5	10	
3枚	-10°	90°	0°		9	微小チッピング
	-10°	90°	40°		10	微小チッピング
	-10°	90°	25°		12	摩耗
4枚	-10°	60°	0°	5		微小チッピング
	-10°	60°	40°	5		微小チッピング
	-10°	60°	25°		12	摩耗
市販2枚	$+3^{\circ}$	110°	0°	1		欠損
市販3枚	$+3^{\circ}$	90°	0°	1		欠損
市販4枚	$+3^{\circ}$	60°	0°	1		欠損

【図1】



【図2】

